

Systematische Zündgefahrenbewertung an explosionsgeschützten mechanischen Geräten

Michael Beyer, Braunschweig

Für nichtelektrische Geräte wird nach DIN EN 13463-1 [1] eine Zündgefahrenbewertung gefordert, um die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der Explosionsschutz-Richtlinie 94/9/EG [2] erfüllen zu können. Dabei sind für jede einzelne identifizierte Zündgefahr angemessene Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit von zu berücksichtigenden Fehlerzuständen festzulegen. Die Norm stellt Anforderungen an das Ergebnis einer Zündgefahrenbewertung, gibt jedoch keine Anleitung, wie man die Bewertung durchführen kann. Der geforderte Bewertungsbericht enthält nur die Mindestanforderungen an die Ergebnisse einer Zündgefahrenbewertung und damit nur einen Teil der aus anderen Gründen notwendigen und nützlichen Informationen. Eine Vorgehensweise in Anlehnung an die Minimalanforderungen aus der Norm birgt daher für den Anwender Nachteile und Fehlerquellen, die mit der beschriebenen Methode vermieden werden können. Es wird eine grundsätzliche, systematische Vorgehensweise beschrieben, um die notwendigen und wichtigen Informationen zusammenzutragen und festzuhalten. Ein Beispiel für die Umsetzung mit technischen Einzelheiten wird in einem Folgeartikel behandelt [3].

Die wesentliche Grundlage der Zündgefahrenbewertung für ein bestimmtes Gerät oder eine bestimmte Bauart ist deren bestimmungsgemäße Verwendung. Das ist nach Artikel 1 der Richtlinie [2] die Verwendung der Geräte entsprechend der Gerätegruppe und -kategorie und unter Beachtung aller weiteren Herstellerangaben, die für den sicheren Betrieb des Geräts notwendig sind. Dies sind i. d. R. Einschränkungen der Verwendung, z. B. Einbauort oder -lage, Explosionsgruppe, Temperaturklasse, spezielle Umgebungs- oder Betriebsbedingungen etc. Weiterhin sind nach Anhang II der Richtlinie, Nr. 1.0.2 [2] über die bestimmungsgemäße Verwendung hinaus auch Zündgefahren bei üblicherweise vorhersehbarem Fehlgebrauch zu vermeiden.

Es ist eine Betriebsanleitung zu erstellen und mit jedem Produkt mitzuliefern, in der alle Bedingungen und Informationen enthalten sind, die für eine korrekte Inbetriebnahme und einen nachfolgenden sicheren Betrieb notwendig sind ([2], Anhang II, Abschn. 1.0.6). Hier legt der Hersteller die bestimmungsgemäße Verwendung der Geräte fest.

Die Richtlinie 94/9/EG fordert zwingend die Zusammenstellung einer technischen Dokumentation (vgl. [2], Anhang III, VIII oder IX; eines dieser Module muss angewendet werden). In die tech-

nische Dokumentation sind für alle sicherheitsrelevanten Details jeder einzelnen Maßnahme zur Zündquellenvermeidung entsprechende Nachweise aufzunehmen, denn es wird gefordert: „Die technischen Unterlagen müssen eine Bewertung der Übereinstimmung des Gerätes mit den Anforderungen der Richtlinie ermöglichen. Sie müssen in dem für diese Bewertung erforderlichen Maße Entwurf, Fertigung und Funktionsweise des Gerätes abdecken.“ Daher besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Zündgefahrenbewertung und der technischen Dokumentation.

Mit dem nachfolgend erläuterten, erweiterten Berichtsschema wird es möglich sein, die sicherheitstechnisch relevanten Teile einer Konstruktion leichter zu erkennen und so zu entscheiden, welche Eigenschaften in der technischen Dokumentation spezifiziert werden müssen und wel-

che Änderungen ohne Beeinträchtigung des Explosionsschutzes möglich sind.

Zündgefahrenbewertung und Berichtsschema nach DIN EN 13463-1

Die EN 13463-1 fordert in Abschn. 5.2 als Grundlage für alle Explosionsschutzmaßnahmen am Gerät eine Bewertung der Zündgefahren sowie einen entsprechenden Bericht in tabellarischer Form (**Tabelle 1**). Das Berichtsschema besteht aus drei Spalten. In Spalte 1 soll das Ergebnis der Bewertung einer bestimmten Zündgefahr bezüglich des Betriebszustands aufgeführt werden, in Spalte 2 die dazu vorzusehende Maßnahme zur Vermeidung und in Spalte 3 eine Angabe von Normen oder sonstigen Quellen, auf denen die Maßnahme beruht.

Leider gibt die DIN EN 13463-1 keine

Tabelle 1 Bewertungsbericht nach DIN EN 13463-1 [1], Abschn. 5.2.8 für Geräte der Gruppe II: Spalte (1c) ist nur bei Geräten der Kategorie 1 erforderlich. Spalte (1b) ist nur bei Geräten der Kategorie 1 und 2 erforderlich.

Mögliche Zündquellen (1)			Eingeleitete Maßnahme zur Verhinderung des Wirksamwerdens der Zündquelle (2)	Angewendeter Zündschutz (3)
Normalbetrieb (1a)	Vorhersehbare Störung (1b)	Seltene Störung (1c)		

Hilfen, wie man an die Bewertung der Zündgefahren herangehen kann. Die dort geforderte Tabelle ist lediglich zur Dokumentation der Ergebnisse einer Zündgefahrenbewertung geeignet, jedoch nicht zur Strukturierung der notwendigen Arbeitsschritte oder Teilschritte. Es ist jedoch empfehlenswert, nicht nur diese Mindestangaben festzuhalten sondern weitere notwendige und nützliche Informationen in den Bewertungsbericht zu integrieren, um Nachteile bzw. Fehlerquellen zu vermeiden:

- Potenzielle Zündquellen, die bewertet wurden, aber keine ergänzenden Maßnahmen erfordern, sollten in die Tabelle aufgenommen werden.
- Zündgefahren durch vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlgebrauch ([2], Anhang II, Nr. 1.0.2) sollte in den Bewertungsbericht einbezogen werden.
- Die Feststellung einer potenziellen Zündquelle ist zusammengefasst mit der Bewertung der Häufigkeit ihres Auftretens. Diese beiden inhaltlich sehr unterschiedlichen Arbeitsschritte sollten streng getrennt werden.
- Die Beispiele in der Norm können bei weniger erfahrenen Herstellern zur Annahme führen, dass die Bewertungen für ähnliche Produkte kritiklos übernommen werden könnten.
- Begründungen für die einzelnen Bewertungsentscheidungen sollten aufgezeichnet werden, um die Nachvollziehbarkeit der Zündgefahrenbewertung sicherzustellen.

● Es sollte ein Bezug zwischen den festgelegten Maßnahmen und der technischen Dokumentation hergestellt werden.

● Die resultierende Gerätekategorie sollte einzeln in Bezug auf die jeweils betrachtete Zündgefahr ausgewiesen werden.

Bewertungsverfahren und erweitertes Berichtsschema

Die zur Maschinenrichtlinie [4] korrespondierende Norm zur Risikobeurteilung DIN EN 1050 [5] wird als Ansatz für den methodischen Ablauf der Zündgefahrenbewertung herangezogen. Es geht jedoch nicht nur um die Bewertung von Gefahren, wie in DIN EN 1050, sondern vor allem um die notwendigerweise daraus abzuleitenden Maßnahmen und deren Dokumentation.

Im Rahmen von Workshops der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) wurde unter Mitwirkung von Herstellern explosionsgeschützter Geräte eine Vorgehensweise und ein erweitertes Berichtsschema zur Bewertung der Zündgefahren diskutiert und den Bedürfnissen des Anwenderkreises angepasst (**Tabelle 2**). Das Verfahren unterstützt ein systematisches Vorgehen, erleichtert die Erfüllung der Anforderungen seitens der Anwender, stellt die spätere Nachvollziehbarkeit sicher und ermöglicht die Fortschreibung der Bewertung bei Änderungen. Weiterhin werden Hilfen für die Festlegung geeigneter Maßnahmen und die Zusammenstellung der technischen Dokumentation aufgezeigt.

Die Bewertung wird in vier grundlegenden Arbeitsschritten durchgeführt, die den vier Spalten des erweiterten Berichtsschemas (Tabelle 2) entsprechen:

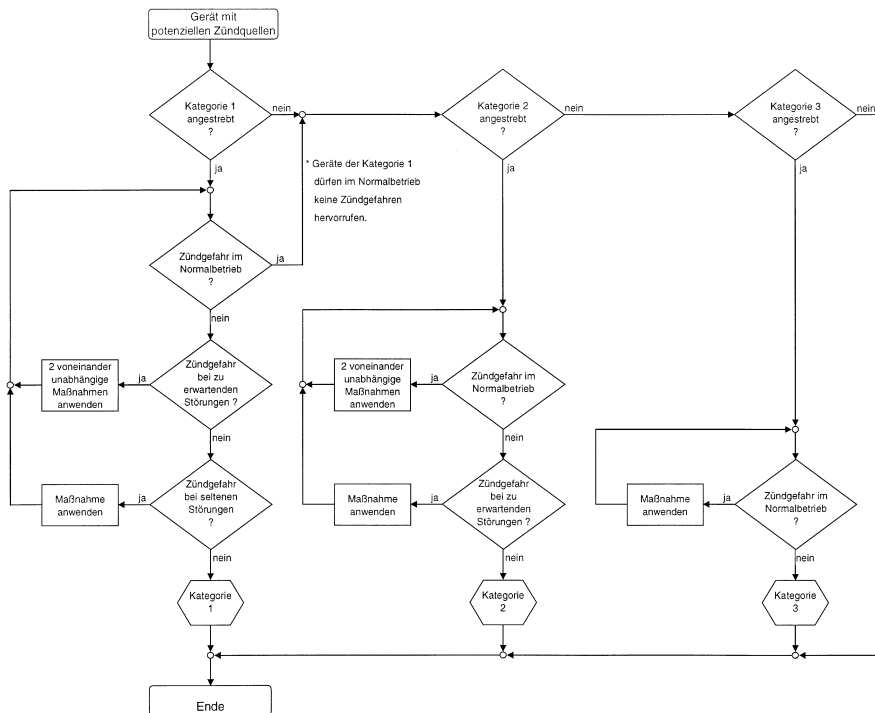
1. Analyse der Zündgefahren und deren Ursachen,
2. Bewertung der Zündgefahren bezüglich der Häufigkeit ihres Auftretens,
3. Bestimmung der erforderlichen Maßnahmen und deren Dokumentation,
4. Abschließende Bewertung mit Bestimmung der Gerätekategorie

Die vorgeschlagene Methode zur Bewertung der Zündgefahren (**Bild**) und das nachfolgend vorgeschlagene erweiterte Berichtsschema (Tabelle 2) decken die Anforderungen der DIN EN 13463-1 vollständig ab. Die Entscheidungsschleifen müssen für eine bestimmte Gerätekategorie so lange durchlaufen werden, bis alle identifizierten Zündgefahren durch geeignete Maßnahmen oder Zündschutzarten als hinreichend unwahrscheinlich anzusehen sind.

Die dargelegte Anleitung zur Umsetzung der Zündgefahrenbewertung mit Hilfe des erweiterten Berichtsschemas sollte für einfach überschaubare Geräte, d. h. für den größeren Teil der Anwendungsfälle, ausreichend sein. Für komplexere Geräte muss es i. d. R. bei der Ermittlung der Ursachen von Zündgefahren (Schritt 1) durch spezielle Analyseverfahren ergänzt werden (Fehlerbaumanalyse, FMEA etc.; s. a. die Kurzbeschreibungen der Verfahren in DIN EN 1050 [5]).

Tabelle 2 Erweitertes Berichtsschema zur Bewertung der Zündgefahren.

		Produktbezeichnung																
		1		2					3			4						
		Zündgefahr		Bewertung der Häufigkeit des Auftretens ohne Anwendung zusätzlicher Maßnahmen					Angewendete Maßnahmen zur Verhinderung des Wirksamwerdens			Häufigkeit des Auftretens einschließlich Maßnahmen						
		a	b	a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c	d	e	f	
lfd. Nr.	Potenzielle Zündquelle	Ursache (Unter welchen Umständen tritt die Zündgefahr auf?)		im Normalbetrieb bei zu erwartender Störung	bei seltener Störung	nicht zu berücksichtigten	Begründung	Beschreibung	Grundlage (Normen, technische Regeln, experimentelle Ergebnisse)	Nachweis (einschließlich der in Spalte 1 genannten ex-relevanten Eigenschaften)	im Normalbetrieb bei zu erwartender Störung	bei seltener Störung	nicht zu berücksichtigten	Resultierende Gerätekategorie bezüglich dieser Zündquelle	notwendige Einschränkungen			
1																		
2																		
3																		
Resultierende Gerätekategorie für alle vorhandenen Zündgefahren:																		



Ablauf der Zündgefahrenbewertung mit Festlegung von Gerätekategorien.

logischen Ablauf kommen kann und ggf. günstigere Alternativen nicht erkannt werden können.

Zur Identifizierung der Zündgefahren können und sollten alle nutzbaren Informationsquellen (Diskussionen mit firmeneigenen und externen Experten wie Universitäten, andere Hersteller, Betreiber, Prüfstellen etc.) und Beispiele systematisch erfasst und zur Ermittlung der möglichen Zündgefahren genutzt werden, ohne dass einzelne Zündgefahren bereits als hinreichend unwahrscheinlich aussortiert werden.

Erste Bewertung der Zündgefahren

In diesem Schritt wird bewertet und begründet, wie häufig die potenzielle Zündgefahr zu einer wirksamen Zündquelle werden kann. Die Bewertung ist eine Einschätzung der Wahrscheinlichkeit, mit der ein bestimmter Fehlerzustand mit entsprechenden Folgen auftritt. Die Zündquelle muss dabei in genau der Form betrachtet werden, in der sie im ersten Schritt festgehalten wurde, d. h. unter Einschluss der angegebenen (einschränkenden) Bedingungen, die ggf. auch schon konstruktive Maßnahmen oder Merkmale enthalten können, die in jedem Fall angewendet werden sollen. Aus der Bewertung ergibt sich zwangsläufig, ob in Schritt 3 ergänzende Maßnahmen festzulegen sind, um die angestrebte Gerätekategorie zu erreichen. Von Bedeutung ist hier insbesondere die Spalte 2d. Mit dieser Eintragung wird dokumentiert, dass eine potenzielle Zündgefahr zwar erkannt, aber als hinreichend unwahrscheinlich angesehen wird. Die Begründung der getroffenen Bewertungsentscheidungen in Spalte 2e sorgt für eine ausreichende Nachvollziehbarkeit.

Da keine quantitativen Definitionen existieren, fällt insbesondere die Abgrenzung zwischen einer zu erwartenden und einer seltenen Störung schwer (vgl. [2], Anhang I). Darum sollen einige Hinweise zur Bewertung gegeben werden:

- Wirksame Zündquellen aufgrund von Fehlerzuständen, die bereits bei den betrachteten Produkten aufgetreten sind, sind sicherlich in die Gruppe der zu erwartenden Störungen einzuordnen.
- Wirksame Zündquellen aufgrund von Fehlerzuständen, die zwar grundsätzlich denkbar, aber bislang bei den betrachteten Produkten in einer großen Zahl von Anwendungsfällen nicht aufgetreten sind, gehören sicherlich in die Gruppe der seltenen Störungen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, ob und in welchem Um-

Umsetzung des Bewertungsverfahrens

Analyse und Identifizierung der Zündgefahren

In diesem Arbeitsschritt (Spalte 1 der Tabelle 2) soll für das Produkt eine vollständige Liste aller denkbaren Zündgefahren erstellt werden. Dabei ist es wichtig, systematisch vorzugehen und zunächst auf jegliche Bewertungsaspekte zu verzichten, um sich keinerlei Beschränkungen im Denken aufzuerlegen. Zunächst sollte mithilfe der Liste der bekannten Zündquellenarten (siehe [6] und [1], Abschn. 5.2.1) eingegrenzt werden, welche Zündgefahren generell in Frage kommen (Spalte 1a). Weiterhin sind die vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlgebräuche (als Ursache für Zündgefahren) nach [2], Anhang II, Nr. 1.0.2 zu ergänzen. Dann sollten diese potenziellen Zündgefahren einzeln betrachtet werden im Hinblick auf die Besonderheiten der

- bestimmungsgemäßen Verwendung und der sonstigen Verwendungsmöglichkeiten,
- Konstruktionsvarianten,
- Betriebszustände und deren Änderun-

- gen (Starten, Stoppen, Lastwechsel etc.),
- äußeren Einflüsse (Temperatur, Druck, Licht, Feuchte, Energieversorgung etc.),
- Werkstoffeigenschaften, Werkstoffkombinationen und deren Wechselwirkungen (Metall, Kunststoff, elektrostatisch aufladbare Flüssigkeiten etc.),
- Wechselwirkungen mit anderen Geräten oder Komponenten,
- Wechselwirkungen mit Personen (auch Fehlgebräuche),
- Kombinationen von Fehlerzuständen, sofern anwendbar (für Kategorie 1 sind Kombinationen von zwei zu erwartenden Störungen als seltene Störung zu berücksichtigen).

Es ist für das Ergebnis unschädlich, wenn an dieser Stelle konstruktive Merkmale, z. B. elektrostatisch ableitfähige Werkstoffe, bereits als gegeben vorausgesetzt werden, sofern ihre Anwendung auf jeden Fall umgesetzt werden soll oder konstruktionsbedingt nicht änderbar ist. Apparative Schutzmaßnahmen wie z. B. die Zündschutzarten „Druckfeste Kapselung“ oder „Zündquellenüberwachung“ sollen in diesem ersten Schritt jedoch noch nicht als gegeben vorausgesetzt werden, da es sonst zu Schwierigkeiten im

fang der Hersteller Rückmeldungen über die tatsächlichen Anwendungsbedingungen seiner Produkte erhält und diese systematisch erfasst, aufzeichnet und ausgewertet, um die nötige Nachweisführung zu ermöglichen. Im Zweifel ist die sichere Seite zu wählen, d. h. die Einordnung als zu erwartende Störung.

- Kann eine Zündquelle nur bei gleichzeitigem Auftreten von zwei zu erwartenden Störungen wirksam werden, handelt es sich um eine seltene Störung. In diesem Sinne sind alle möglichen Kombinationen von zwei zu erwartenden Störungen daraufhin zu prüfen, ob sie gleichzeitig auftreten können und dabei eine bislang noch nicht erfasste Zündgefahr besteht.

- Kombinationen aus einer zu erwartenden und einer seltenen Störung oder noch unwahrscheinlichere Kombinationen (drei Fehler etc.) müssen nicht berücksichtigt werden.

Die Bewertungen können niemals allgemeingültig sein. In der Regel hängen sie von der speziellen Ausführung der Produkte ab. Daher sind in diesem Schritt – im Gegensatz zum vorherigen Schritt – alle als Beispiel angegebenen Bewertungen (auch aus Normen) nur mit äußerster Zurückhaltung zu übertragen. Die Bewertung muss letztlich immer speziell auf eine bestimmte Bauart bezogen sein. Sie kann sich sogar innerhalb der Varianten einer Bauart (Baugrößen, alternative Bestückungen o. ä.) unterscheiden. In diesem Fall wären dann alternative Zeilen in die Tabelle aufzunehmen.

Einzelne Zündgefahren, die entgegen der obigen Aussage einer allgemeinen Bewertung zugänglich sind, werden üblicherweise in den harmonisierten Normen mit speziellen konstruktiven Anforderungen und Prüfalgorithmen hinterlegt, z. B. elektrostatische Entladungen nach [1] Abschn. 7 oder die Fall- und Stoßprüfung nach Abschn. 13.3.2. Solche Bewertungen, die im normativen Teil der Normen angegeben sind und die Eignung für eine bestimmte Gerätekategorie aufzeigen, können ohne weiteres übernommen werden.

Maßnahmen zur Vermeidung von wirksamen Zündquellen

Festlegung geeigneter Maßnahmen

In diesem Schritt sollen geeignete Maßnahmen festgelegt werden, die das Wirksamwerden der jeweils betrachteten Zündquelle in Bezug auf die angestrebte Kategorie hinreichend unwahrscheinlich werden lässt. Weiterhin sollen zu jeder fest-

gelegten Maßnahme die notwendigen Nachweise und technischen Dokumentationen bestimmt werden (Spalten 3a, b).

Unter Schutzmaßnahmen im engeren Sinn versteht man Maßnahmen, die das Wirksamwerden einer Zündquelle durch Überwachung oder durch Trennung von der explosionsfähigen Atmosphäre verhindern oder auch die Auswirkung einer Explosion begrenzen, d. h. die Anwendung einer Flammendurchschlagssicherung oder einer Zündschutzart nach [1], z. B. „Zündquellenüberwachung“. In dem hier diskutierten Rahmen ist es jedoch zweckmäßig, sich nicht allein auf Schutzmaßnahmen zu beschränken. Der Begriff Maßnahmen soll daher Festlegungen umfassen, „die einem Schutzzweck dienen“, d. h. solche, die das Wirksamwerden einer potenziellen Zündquelle unwahrscheinlicher werden lassen. Dies können auch mehrere Maßnahmen sein, die in ihrem Zusammenwirken das Schutzziel erreichen. Maßnahmen können als Merkmal der Konstruktion vorliegen, aber auch als Teil der Betriebsanleitung (Inbetriebnahme, Wartung, Warnhinweise etc.) oder als Vorgaben für die Fertigung (z. B. Werkstoffparameter, Fertigungstoleranzen oder notwendige qualitätssichernde Maßnahmen).

Solange es für nichtelektrische Geräte keine flächendeckenden EN-Normen gibt, können andere normative Dokumente heran gezogen werden, um geeignete Schutzmaßnahmen festzulegen (nationale Normen, Normenentwürfe, technische Regeln etc.). Sie liefern zumeist gute Grundlagen für die technische Seite des Explosionsschutzes. Bei deren Anwendung ist jedoch im Detail zu prüfen, ob sie tatsächlich alle grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen abdecken können (z. B. die Anforderungen an die Betriebsanleitung oder die Einbeziehung der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendungen).

Zusammenstellung der technischen Dokumentation

Zu jeder festgelegten Maßnahme sollen die notwendigen Nachweise bestimmt werden (Spalte 3c). Denn die Richtlinie 94/9/EG fordert, dass alle sicherheitstechnischen Details in der technischen Dokumentation beschrieben sein müssen. Eine Bewertung der Übereinstimmung mit den Anforderungen der Richtlinie ist letztlich nur dann möglich, wenn eine geeignet detaillierte technische Dokumentation zusammengestellt wurde, die die Nachvollziehbarkeit der Übereinstimmung erken-

Literaturverzeichnis

- [1] DIN EN 13463-1: Nichtelektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Teil 1: Grundlegende Methodik und Anforderungen. Berlin: Beuth-Verlag 2002.
- [2] Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. ABl. EG L 100 vom 19. April 1994, S. 1-29.
- [3] *Himstedt, M.; Beyer, M.*: Explosionsgeschützte Rührwerke – Beispiele für eine Zündgefahrenbewertung. Erscheint in: TÜ 45 (2004) Nr. 4.
- [4] Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen, ABl. EG L 207 vom 23. Juli 1998, S. 1-46.
- [5] DIN EN 1050: Sicherheit von Maschinen – Leitsätze zur Risikobeurteilung. Berlin: Beuth-Verlag 1997.
- [6] DIN EN 1127-1: Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik. Berlin: Beuth-Verlag 1997.

nen lässt. Daraus ergeben sich folgende Notwendigkeiten für die technische Dokumentation:

- Vollständigkeit der konstruktiven Festlegungen;
- Nachweisführung über alle erforderlichen experimentellen Prüfergebnisse;
- ggf. Erkennen und Festlegen notwendiger Bedingungen für den sicheren Betrieb der Geräte (z. B. für Installation und Wartung);
- ggf. Erkennen und Festlegen notwendiger Bedingungen für die Fertigung (z. B. Parameter für Stückprüfungen).

Welche sicherheitsrelevanten Details aus den Zeichnungen ersichtlich sein müssen und ebenso, welche Nachweise (Messprotokolle, Prüfberichte, Zertifikate etc.) in die technische Dokumentation aufgenommen werden müssen, ergibt sich direkt aus den Angaben in den Spalten 1b und 3a.

Sofern man alle relevanten Zündgefahren in das Berichtsschema aufgenommen

hat, kann man aus den Angaben in den Spalten 1b und 3a alle erforderlichen Produkteigenschaften, Verwendungseinschränkungen und Sicherheitshinweise erkennen. Sie müssen in der technischen Dokumentation so ausführlich dokumentiert sein (durch Bemaßungen, Fertigungstoleranzen, konstruktive Festlegungen, Betriebsanleitung etc.), dass es einer Person mit dem entsprechenden Fachwissen möglich ist, die getroffene Bewertung nachzuvollziehen. Ebenso ergibt sich aus 1b und 3a, welche Nachweise (Messprotokolle, Prüfberichte, Zertifikate etc.) in die technische Dokumentation aufgenommen werden müssen.

Abschließende Bewertung der Zündgefahren

Neben der festgelegten Gerätekategorie können Einschränkungen des Einsatzbereichs notwendig sein, die in die Kennzeichnung des Produkts übernommen werden müssen.

In diesem Schritt (Spalte 4) wird die resultierende Gerätekategorie bezüglich jeder einzelnen speziellen Zündgefahr, d. h. jeder einzelnen Zeile, unter Berücksichtigung der in Spalte 1 und 3 beschriebenen Maßnahmen angegeben (Spalte 4e). Sie ergibt sich zwangsläufig aus der Bewertungsentscheidung (Spalte 4a-d) analog zu Abschn. 4.2. Durch diese Vor-

gehensweise kann im Falle einer Konstruktionsänderung oder später gewünschter Aufwertung der Kategorie erkannt werden, welche Zündgefahren bereits hinreichend unwahrscheinlich sind bzw. zu welchen Zündgefahren noch weitergehende Maßnahmen festzulegen sind.

Zusätzlich zur Gerätekategorie können Einschränkungen des Einsatzbereichs notwendig sein (Spalte 4f), die in die Kennzeichnung des Produkts übernommen werden müssen. Diese Einschränkungen beziehen sich hauptsächlich auf die Temperaturklasse oder die maximal auftretende Oberflächentemperatur und ggf. auf eine bestimmte Explosionsgruppe bzw. auf einzelne Stoffe, in deren explosionsfähigen Atmosphären das Produkt ausschließlich oder gerade nicht betrieben werden darf. Daneben ist auf sonstige erforderliche Einschränkungen der bestimmungsgemäßen Verwendung wie Umgebungstemperatur, Umgebungsdruck etc. zu achten. Die resultierende Gerätekategorie des Produkts oder Produktteils ist schließlich die ungünstigste der ausgewiesenen Einzelbewertungen aller Zeilen.

Ausblick

Die fehlende Arbeitsanleitung zur Zündgefahrenbewertung könnte z. B. bei

der nächsten Ausgabe der DIN EN 13463-1 eingefügt werden, indem ein entsprechender Abschnitt in der Norm ergänzt wird. Weiterhin befasst sich CEN TC 305 WG 4 mit der Normung eines entsprechenden Verfahrens. Das Erscheinen dieser Normen ist nicht vor 2006 zu erwarten. In der Zwischenzeit kann die hier vorgestellte Methode die vorhandene Lücke schließen. Sie wird bereits von einigen Herstellern verwendet und hat sich als praxistauglich erwiesen. Zur Bewertungsmethode existieren verschiedene Arbeitsblätter im Dateiformat und Beispiele zu deren Verwendung, die beim Autor angefordert werden können (michael.beyer@ptb.de). Die Leser werden gebeten, sich mit Anregungen und Kritik an den Autor zu wenden, um eine zielgerichtete Weiterentwicklung des Verfahrens voranzutreiben.

TÜ 449



Dr.-Ing. **Michael Beyer** ist Leiter der Arbeitsgruppe „Physikalische Zündvorgänge“ der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig.

Regelwerk

Explosionsschutz bei Wirbelschichtanlagen

Die Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN hat Blatt 5.1 der Richtlinie VDI 2263 „Staubbrände und Staubexplosionen – Gefahren – Beurteilung – Schutzmaßnahmen – Explosionsschutz bei Wirbelschichtanlagen – Hinweise und Ausführungsbeispiele für Hersteller und Betreiber“ im Februar 2004 herausgebracht.

Die Richtlinie gibt sowohl Herstellern als auch Betreibern von Wirbelschichtanlagen Hinweise zur Durchführung von Risikobeurteilungen und Schutzmaßnahmen (Vermeiden wirksamer Zündquellen, Inertisieren, explosionsfeste Bauweise, Explosionsdruckentlastung, Explosionsunter-

drückung) anhand von Fallbeispielen. Bei der Risikobeurteilung sind auch Anlagen einbezogen, die vor dem 30. Juni 2003 in Verkehr gebracht wurden.

In Wirbelschichtanlagen werden in vielen Fällen brennbare oder zersetzungs-fähige Produkte verarbeitet. Je nach verwendetem Produkt und Art des Verfahrens können Brände und Explosionen durch Entzündung von Staub/Luft-Gemischen und Dampf/Luft-Gemischen sowie hybriden Gemischen oder durch Zersetzungsreaktionen entstehen. Das Auftreten hybrider Gemische beim Einsatz von brennbaren Lösemitteln oder durch Schwelgase infolge überhitzter Produkte ist möglich. Die sicherheitstechnischen Kenngrößen von hybriden Gemischen (wie Mindestzündenergie, maximaler Explosionsdruck,

maximaler zeitlicher Druckanstieg) können kritischer sein als die reiner Staub/Luft-Gemische. Auch wenn die Konzentrationen der Dämpfe oder Stäube unterhalb ihrer unteren Explosionsgrenze liegen, kann ein hybrides Gemisch bereits explosionsfähig sein. All diese Eigenschaften müssen bei den Schutzmaßnahmen berücksichtigt werden.

Die Hinweise und Ausführungsbeispiele können auch exemplarisch auf andere Anlagen übertragen werden.

Die Richtlinie ersetzt den Entwurf von November 2002 und erscheint in deutsch/englischer Fassung. Sie ist zum Preis von 79,30 € bei der Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, Fax: 030/2601-1260, www.beuth.de, zu beziehen.

TÜ 2346